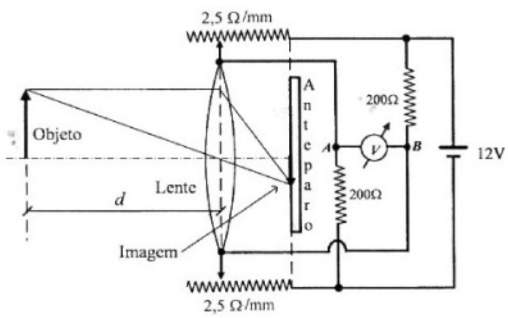
Prova Discursiva

QUESTÃO 01

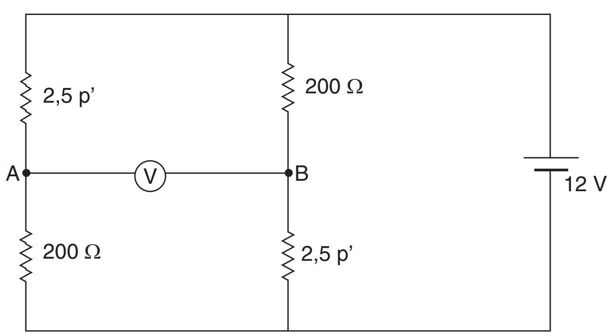
Um dispositivo óptico de foco automático, composto por uma lente biconvexa delgada móvel, posiciona automaticamente a lente, de modo a obter no anteparo fixo a imagem focada do objeto, conforme apresentado na figura. Sobre esse dispositivo, instalou-se um circuito elétrico alimentado por 12 V, composto de dois resistores fixos de 200 Ω e dois resistores variáveis de 2,5 Ω/mm. Quando a distância entre o objeto e a lente é 1,2 m, a ddp no circuito entre os pontos A e B é zero. Determine a distância d entre o objeto e a lente do dispositivo para a ddp $V_B - V_A$, medida pelo voltímetro V, de 2,4 v.



RESOLUÇÃO

Pela figura, notamos que p' (distância da imagem a lente) é o comprimento dos resistores

→ Quando $V_A - V_B = 0$, temos uma ponte de Wheatstone



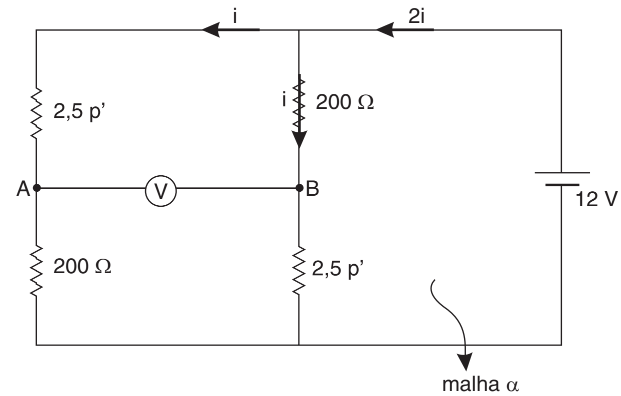
$200 \times 200 = 2{,}5p' \times 2{,}5p'$

$p' = 80$ mm

A distância focal da lente será:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{1200} + \frac{1}{80} \rightarrow \boxed{f = 75 \text{ mm}}$$

→ Quando $V_B - V_A = 2{,}4$V, temos



– Na malha α

$$\sum E = \sum Ri$$

$$12 = (200 + 2{,}5p').i$$

$$i = \frac{12}{200 + 2{,}5p'}$$

$$U_{BA} = \sum Ri - \sum E$$

$$2{,}4 = (2{,}5p' - 200) \,.\, i$$

$$2{,}4 = (2{,}5p' - 200) \,.\, \frac{12}{200 + 2{,}5p'}$$

$p' = 120$ mm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{75} = \frac{1}{p} + \frac{1}{120}$$

$p = 200$ mm

Resposta: $p = 0{,}2$ m

QUESTÃO 02

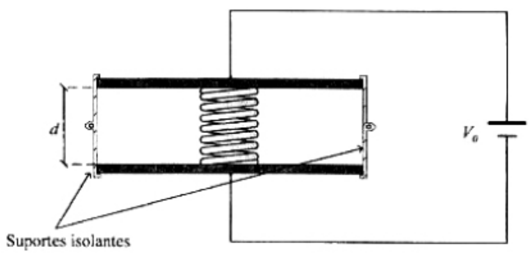
Um capacitor de capacitância inicial C_0 tem suas placas metálicas mantidas paralelas e afastadas de uma distância d pelos suportes e conectadas a uma fonte de V_0 volts, conforme a figura (SITUAÇÃO 1). No interior de tal capacitor, encostada às placas, se encontra uma mola totalmente relaxada, feita de material isolante e massa desprezível. Em determinado instante a fonte é desconectada e, em seguida, a placa superior é liberada dos suportes, deslocando-se no eixo vertical. Considerando que a placa superior não entre em oscilação após ser liberada e que pare a uma distância L da placa inferior (SITUAÇÃO 2), determine:

a) a energia total em cada uma das duas situações, em função de C_0, V_0, d e L;

b) a constante elástica da mola em função de C_0, V_0, d que resulte em um afastamento de L = d/2 entre as placas do capacitor.

Observações:

- Despreze o peso da placa superior, o efeito de borda no capacitor e o efeito da mola sobre a capacitância.
- Os suportes são de material isolante.



RESOLUÇÃO

a) A energia potencial elétrica inicial é:

$$\boxed{E_n = \frac{C_o \, . \, V_o^{\,2}}{2}}$$

Esta energia equivale a energia total do sistema.

– Na situação final temos a energia do capacitor e a energia potencial elástica

$$\varepsilon_T = \frac{CV^2}{2} + \frac{Kx^2}{2} \longrightarrow x = d - L$$

Como a fonte é desconectada temos que a carga é constante, e podemos calcular a nova capacidade

$$C_o = \frac{\varepsilon_o A}{d} \ \text{e} \ C = \frac{\varepsilon_o A}{L} \longrightarrow C = C_o \cdot \frac{d}{L}$$

O novo potencial será:

$$V = \frac{Q_o}{C} = \frac{C_o V_o}{C_o \cdot \frac{d}{L}} \longrightarrow V = V_o \cdot \frac{L}{d}$$

– Cálculo de K:

A força elástica equilibra a força de atração entre as placas

$$F_{ELÁSTICA} = F_{ELÉTRICA}$$

$$K(d-L) = \frac{Q}{2} \, . \, E \text{ onde } E = \frac{V_o}{d} = \frac{V}{L}$$

$$K(d-L) = \frac{C_o V_o^{\,2}}{2d} \longrightarrow K = \frac{C_o V_o^{\,2}}{2d(d-L)}$$

– A energia total na situação final será:

$$\varepsilon_T = \frac{CV^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$\varepsilon_T = \frac{1}{2} C_o \cdot \frac{d}{L} \cdot \left(V_o \frac{L}{d}\right)^2 + \frac{1}{2} \frac{C_o V_o^{\,2}}{2d(d-L)} \, . \, (d-L)^2 =$$

$$\frac{1}{4} \frac{C_o V_o^{\,2}(d+L)}{d}$$

$$\boxed{\varepsilon_n = \frac{C_o V_o^{\,2}(d+L)}{4d}}$$

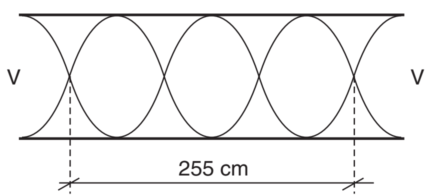
b) Para $L = \frac{d}{2}$, temos:

$$k = \frac{C_o V_o^{\,2}}{2d(d-L)} = \frac{C_o V_o^{\,2}}{2d\left(d - \frac{d}{2}\right)} \rightarrow \boxed{K = \frac{C_o V_o^{\,2}}{d^2}}$$

QUESTÃO 03

Dois vagões estão posicionados sobre um trilho retilíneo, equidistantes de um ponto de referência sobre o trilho. No primeiro vagão existe um tubo sonoro aberto onde se forma uma onda estacionária com 4 nós, cuja distância entre o primeiro e o último nó é 255 cm, enquanto no segundo vagão existe um observador.
Inicialmente, apenas o vagão do observador se move e com velocidade constante. Posteriormente, o vagão do tubo sonoro também passa a se mover com velocidade constante, distinta da velocidade do vagão do observador. Sabendo que a frequência percebida pelo observador na situação inicial é 210 Hz e na situação posterior é 204 Hz, determine:
a) a frequência do som que o tubo emite;
b) a velocidade do vagão do observador, na situação inicial;
c) a velocidade do vagão da fonte, na situação final.
Dado:
Velocidade do som no ar: v_{som} = 340 m/s

a) $\rightarrow$ vagão com tubo aberto



$$\frac{3\lambda}{2} = 255 \rightarrow \lambda = 170 \text{ cm} = 1{,}7 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

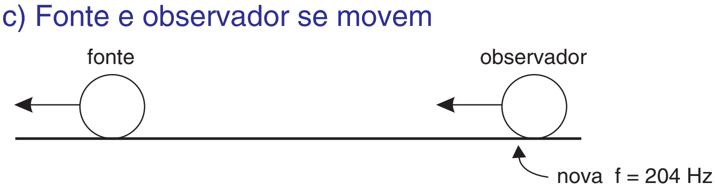
$$340 = 1{,}7\, f \rightarrow \boxed{f = 200 \text{ Hz}}$$

b) Quando apenas o vagão do observador se move a frequência aumenta, então temos aproximação entre fonte e observador

$$f' = f\left(\frac{V \pm V_O}{V \pm V_F}\right)$$

$$210 = 200\left(\frac{340 + V_O}{340 + 0}\right) \rightarrow \boxed{V_O = 17 \text{ m/s}}$$

c) Fonte e observador se movem



$$f' = f\left(\frac{V \pm V_O}{V \pm V_F}\right)$$

$$204 = 200\left(\frac{340 + 17}{340 + VF}\right) \rightarrow \boxed{V_F = 10 \text{ m/s}}$$

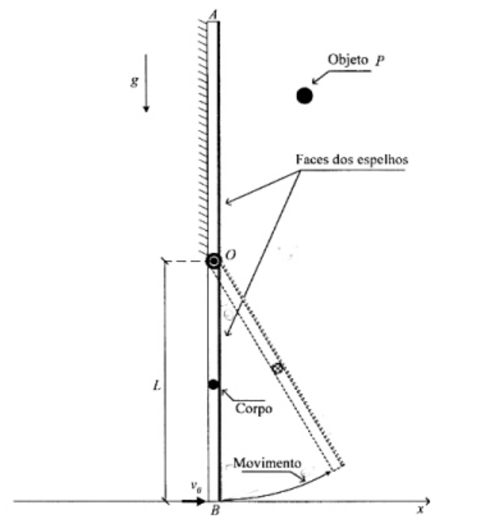
QUESTÃO 04

A figura mostra o perfil de um par de espelhos planos articulado no ponto O e, inicialmente, ma vertical. Ao centro do espelho OB é colocado um pequeno corpo, cuja massa é muito maior que a do espelho. O espelho AO encontra-se fixo e, frente ao mesmo, é colocado um objeto P. Em um dado instante, é aplicado um impulso no espelho OB, conferindo à extremidade B uma velocidade inicial v_0, no sentido de fechar os espelhos face contra face. Tomando como referência o eixo x, determine:

a) a altura máxima atingida pela extremidade B.
b) os módulos dos vetores velocidade da extremidade B, para cada instante em que uma imagem adicional do objeto P é formada, até que B atinja sua altura máxima.

Dados:
- L = 90 cm
- v_0 = 7 m/s
- g = 10 m/s²

α	36°	40°	45°	51,4°	60°	72°	90°	120°	180°
cos α	0,81	0,77	0,71	0,62	0,5	0,31	0	- 0,5	-1



RESOLUÇÃO

a) Denominando C a posição onde o corpo se encontra, temos:

$$V_c = \frac{V_o}{2}$$

Por conservação de energia mecânica:

$$\frac{mV_c^{\,2}}{2} = mgh_c \therefore h_c = \frac{V_c^{\,2}}{2g} = \frac{\left(\frac{V_o}{2}\right)^2}{2g}$$

$h_c = \frac{V_o^2}{8g} = \frac{7^2}{8 \times 10} = \frac{49}{80}$

Ainda, em relação ao eixo x:

$h_B = 2h_c = \frac{98}{80} = \boxed{1,225\text{ m}}$

b) Quando B atingir a altura máxima, o ângulo entre os espelhos será mínimo e seu valor será tal que:

$\cos\alpha min = \frac{1,225 - 0,9}{0,9} = 0,36$

Então $60^o < \alpha$ min $< 72^o$ (pela tabela fornecida)

Sendo $N = \frac{360^o}{\alpha} - 1$,

Uma imagem adicional de P, portanto, será obtida quando:

1º) $\alpha = 120^o$

Neste caso, a altura de B será tal que:

$\cos 60^o = \frac{L-h}{L} = \frac{0,9-h}{0,9} = 0,5 \therefore h = 0,45$ m

A altura de C, em relação ao seu nível inicial será

$h_c = \frac{1}{2} - \frac{L}{2}\cos 60^o$

$h_c = \frac{L}{2} - \frac{L}{4} = \frac{L}{4} = \frac{0,9}{4} = 0,225$ m

Por conservação de energia mecânica:

$\frac{m}{2}\left(\frac{V_o}{2}\right)^2 = \frac{mV_c^2}{2} + mg \,.\, 0,225$

$\frac{7^2}{8} = \frac{V_c^2}{2} + 2,25$

$49 = 4V_c^2 + 18$

$4V_c^2 = 31 \therefore V_c = \frac{\sqrt{31}}{2} \therefore V_B = 2V_c = \sqrt{31}$ m/s

2º) $\alpha = 90^o$

Por conservação de energia mecânica:

$\frac{m}{2}\left(\frac{V_o^2}{2}\right) = \frac{mV_c^2}{2} + mg\frac{L}{2}$

$\frac{7^2}{8} = \frac{V_c^2}{2} + 10 \times 0,45$

$49 = 4V_c^2 + 36$

$4V_c^2 = 13 \therefore V_c = \frac{\sqrt{13}}{2} \therefore V_B = 2V_c = \boxed{13\text{ m/s}}$

3º) $\alpha = 72^o$

Neste caso, a altura de C, em relação à sua altura inicial será:

$h = \frac{L}{2} + \frac{L}{2}\cos 72^o = \frac{L}{2}(1 + \cos 72^o)$

$h = \frac{L}{2}(1 + 0,31) = \frac{0,9}{2} \,.\, 1,31 = 0,5895$ m

Por conservação de energia mecânica:

$\frac{m}{2}\left(\frac{V_o^2}{2}\right) = \frac{mV_c^2}{2} + mg \,.\, 0,5895$

$\frac{7^2}{8} = \frac{V_c^2}{2} + 5,895$

$49 = 4V_c^2 + 47,16$

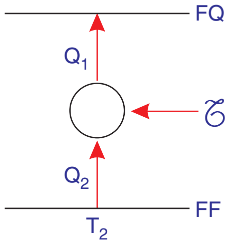
$4V_c^2 = 1,84 \therefore V_c^2 = 0,46 \therefore v_B = 2V_c = \boxed{2\sqrt{0,46}\ \frac{m}{s}}$

QUESTÃO 05

Atendendo a um edital do governo, um fabricante deseja certificar junto aos órgãos competentes uma geladeira de baixos custo e consumo. Esta geladeira apresenta um coeficiente de desempenho igual a 2 e rejeita 9/8 kW para o ambiente externo. De acordo com o fabricante, estes dados foram medidos em uma situação típica de operação, na qual o compressor da geladeira se manteve funcionando durante 1/8 do tempo à temperatura ambiente de 27 °C. O edital preconiza que, para obter a certificação, é necessário que o custo mensal de operação da geladeira seja, no máximo igual a R$ 5,00 e que a temperatura interna do aparelho seja inferior a 8 °C. O fabricante afirma que os dois critérios são atendidos, pois o desempenho da geladeira é 1/7 do máximo possível. Verifique, baseado nos princípios da termodinâmica, se esta assertiva do fabricante está tecnicamente correta. Considere que a tarifa referente ao consumo de 1 kWh é R$ 0,20.

RESOLUÇÃO

$e = 2$ $\quad\quad$ $T_1 = 27\ ^oC = 300$ K



$$Q_1 = \frac{9}{8}\text{ kW}$$

$$e = \frac{Q_2}{\mathcal{T}} \therefore 2 = \frac{Q_2}{\mathcal{T}}$$

$$Q_2 = 2\mathcal{T}$$

$$Q_1 = \mathcal{T} + Q_2$$

$$Q_1 = \mathcal{T} + 2\mathcal{T}$$

$$Q_1 = 3\mathcal{T} \therefore \mathcal{T} = Q_{1/3} \therefore \mathcal{T} = \frac{3}{8}\text{ kJ (em cada segundo)}$$

Logo: $P = \frac{3}{8}$ kW

Durante 1 mês, a geladeira funciona por:

$$\Delta t = \frac{1}{8} \cdot 30 \cdot 24\text{h} = 90\text{h}$$

$$E = P \cdot \Delta t = \frac{3}{8} \cdot 90 = 33{,}75\text{ kWh}$$

Custo mensal: 33,75 x R$ 0,20 = R$ 6,75

Sendo 6,75 > 5,00, conclui-se que a assertiva do fabricante é falsa.

Como o desempenho é $\frac{1}{7}$ do máximo (ciclo de Carnot), temos:

$$e = \frac{1}{7} e_{máx} \therefore e_{máx} = 14$$

$$e_{máx} = \frac{Q_2}{\mathcal{T}} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

$$14 = \frac{T_2}{300 - T_2} \therefore 4200 - 14T_2 = T_2$$

$$15T_2 = 4200 \therefore T_2 = 280\text{k} = 7\ ^oC$$

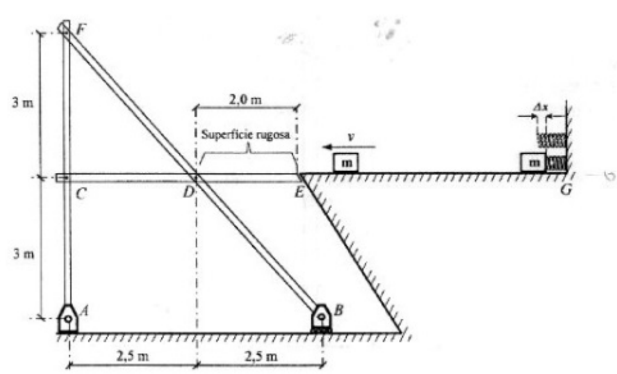
Assim, a temperatura da geladeira está dentro do limite exigido.

QUESTÃO 06

Uma mola com constante elástica k, que está presa a uma parede vertical, encontra-se inicialmente comprimida de Δx por um pequeno bloco de massa m, conforme mostra a figura. Após liberado do repouso, o bloco desloca-se ao longo da superfície horizontal lisa EG, com atrito desprezível, e passa a percorrer um trecho rugoso DE até atingir o repouso na estrutura (que permanece em equilíbrio), formada por duas barras articuladas com peso desprezível. Determine os valores das reações horizontal e vertical no apoio A e da reação vertical no apoio B, além das reações horizontal e vertical nas ligações em C, D e F.

Dados:

- constante elástica: k = 100 kN/m;
- compressão da mola: Δx = 2 cm;
- massa do bloco: m = 10 kg;
- coeficiente de atrito cinético do trecho DE: μ_c = 0,20;
- aceleração gravitacional: g = 10 m/s^2



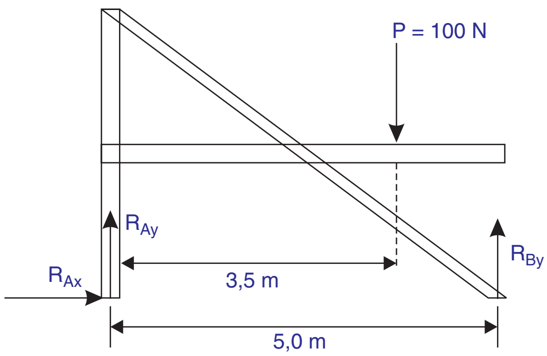
RESOLUÇÃO

Até o bloco parar, o trabalho da força de atrito corresponde à variação da energia mecânica. Então:

$$F_{at} \,.\, \Delta s \,.\, \cos 180^o = 0 - \frac{K \,.\, x^2}{2}$$

$$- \mu mg \,.\, \Delta s = - \frac{kx^2}{2}$$

$$\Delta s = \frac{Kx^2}{2\mu mg} = \frac{100.000.(0{,}02)^2}{2.0{,}2.10.10} = 1\text{m}$$



O peso do bloco deverá ser equilibrado pela estrutura:

$R_{Ay} + R_{By} = P$ e $\boxed{R_{Ax} = 0}$

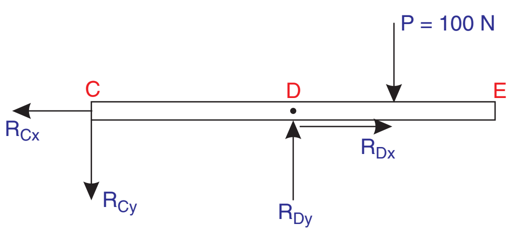
(pois não há outra força horizontal)

$$\sum MF_A = 0$$

$$+ 100 \times 3{,}5 - R_{By} \,.\, 5 = 0$$

$$R_{By} = \frac{350}{5} \therefore \boxed{R_{By} = 70\text{ N}} \text{ e } \boxed{R_{Ay} = 30\text{ N}}$$

Isolando as barras:



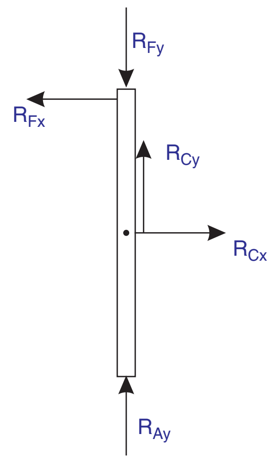
$$\boxed{R_{Dx} = R_{Cx} = 0}$$

$$R_{Dy} = P + R_{cy} \therefore R_{Dy} = 100 + R_{Cy}$$

$$\sum MF_C = 0 \quad \oplus$$

$$- R_{Dy} \,.\, 2{,}5 + 100 \,.\, 3{,}5 = 0 \therefore R_{Dy} = \frac{350}{2{,}5}$$

$$\boxed{R_{Dy} = 140\text{ N}} \text{ e } \boxed{R_{cy} = 40\text{ N}}$$



$$R_{Fy} = R_{cy} + R_{Ay} \text{ e } R_{cx} = R_{Fx}$$

$$\sum MF_A = 0 \quad \oplus$$

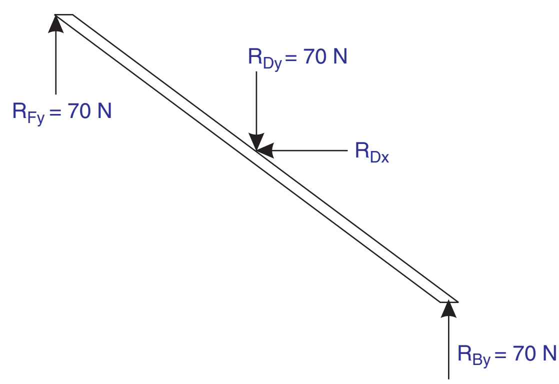
$$- R_{Fx} \,.\, 6 + R_{cx} \,.\, 3 = 0$$

$$- 3R_{Fx} = 0$$

$$\boxed{R_{Fx} = R_{cx} = 0}$$

$$R_{Fy} = R_{cy} + R_{Ay} \therefore R_{Fy} = 40 + 30$$

$$\boxed{R_{Fy} = 70\text{ N}}$$



$\boxed{R_{Dx} = 0}$ (pois não há outra força horizontal)

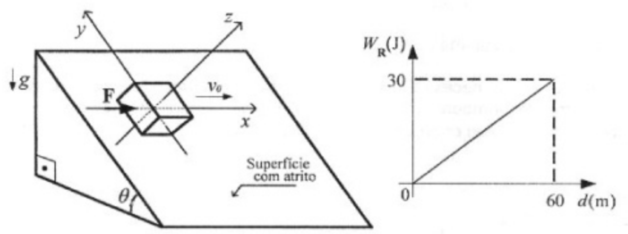
QUESTÃO 07

A figura ilustra um plano inclinado com ângulo $\theta = 30°$ cuja superfície apresenta atrito. Um bloco de massa m = 1 kg, carregado eletricamente com a carga negativa $q = 10^{-2}$ C, apresenta velocidade inicial $v_0 = 2$ m/s e realiza um movimento retilíneo sobre o eixo x (paralelo ao plano horizontal) a partir do instante t = 0. Além disso, este bloco se encontra submetido à força constante **F** = 4,5 N na direção x e a um campo magnético **B** = 100 T normal à superfície (direção z). Considerando que o gráfico ilustra o trabalho da força resultante **R** que age sobre o bloco em função da distância percorrida, determine:

a) o tempo gasto e a velocidade do bloco após percorrer 60 m;

b) os gráficos das componentes da força de atrito (direções x e y) em função do tempo até o bloco percorrer 60 m.

<u>Dado</u>: aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$



RESOLUÇÃO

Apenas as forças $\overline{F}$ e $\overline{F}at_x$ realizam trabalho, pois as demais forças são perpendiculares ao deslocamento.

$$W_R = (F - Fat_x) \cdot d = F_R \cdot d$$

Do gráfico: $W_R = 0{,}5\ d$

Assim, comparando: $F_R = 0{,}5N$

$$Fat_x = F - F_R = 4{,}5 - 0{,}5 = 4{,}0N$$

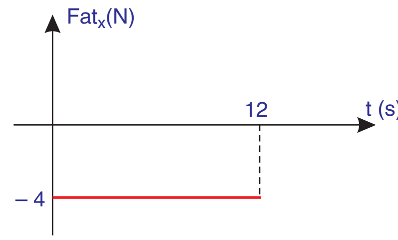
a) Na direção x, o movimento é uniformemente variado com $a = \frac{F_R}{m} = \frac{0{,}5}{1} = 0{,}5\ m/s^2$

$$x = V_o t + \frac{at^2}{2} \to 60 = 2t + \frac{t^2}{4} \to$$

$$t^2 + 8t - 240 = 0 \to \boxed{t = 12s}$$

$$V = V_o + at = 2 + 0{,}5 \times 12 = \boxed{8\ m/s}$$

b) $|Fat_x| = 4{,}0N$ (constante). Então:



Há equilíbrio vertical. Então:

$Fmag + Fat_y = P_T$, sendo P_T a componente do peso na direção do plano e supondo que B atue no sentido positivo do eixo z.

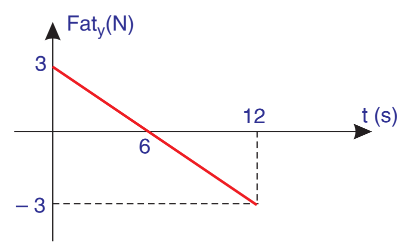
$Fat_y = P_T - Fmag$

$Fat_y = mgsen\ 0 - qvB$

$Fat_y = 1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - 10^{-2}\ (V_o + at).100$

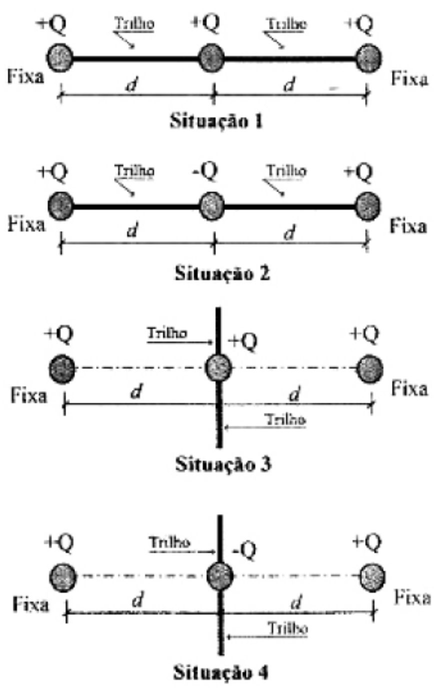
$Fat_y = 5 - (2 + 0{,}5t)$

$Fat_y = 3 - 0{,}5t$. Então:



QUESTÃO 08

A figura apresenta 4 situações, nas quais 2 cargas de valor +Q são fixas e uma carga móvel, inicialmente em repouso, pode deslizar sem atrito por um trilho não condutor. Os trilhos das situações 1 e 2 estão na horizontal, enquanto os das situações 3 e 4 estão na vertical. Considerando cada uma das situações, ao submeter a carga móvel a uma pequena perturbação, pede-se:



a) verificar, justificando, se haverá movimento oscilatório em torno do ponto de equilíbrio;
b) calcular o período de oscilação para pequenas amplitudes se comparadas com a distância d, em caso de haver movimento oscilatório.

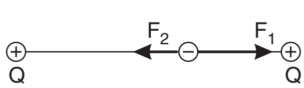
Dados:

- $1/\left(d^2 \pm x^2\right) \approx 1/d^2$ se $d >> x$;
- Massa das cargas: $M_{cargas} = m$.

RESOLUÇÃO

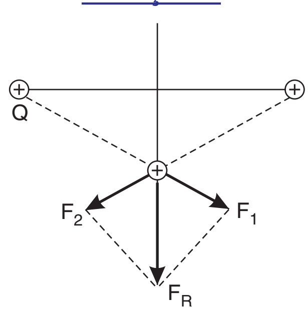
a) Nas situações 2 e 3 não há movimento oscilatório. Existe equilíbrio instável, a força resultante sobre a partícula não é restauradora

Situação 2



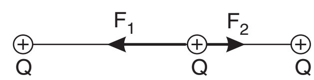
$F_1 > F_2$

Situação 3



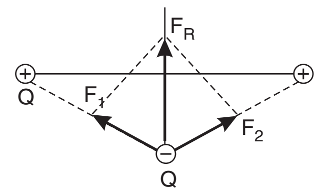
Nas situações 1 e 4 há movimento oscilatório. Existe equilíbrio estável, a força resultante sobre a partícula é restauradora

Situação 1



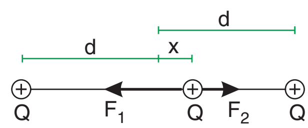
$F_1 > F_2$

Situação 4



b)

Situação 1



$$F_R = F_1 - F_2$$

$$F_R = \frac{KQ^2}{(d-x)^2} - \frac{KQ^2}{(d+x)^2} \rightarrow F_R = 4KQ^2 d\left(\frac{1}{d^2 - x^2}\right)^2 . x$$

pelos dados temos que: $\frac{1}{(d^2 \pm x^2)} \approx \frac{1}{d^2}$ se $d >> x$,

então

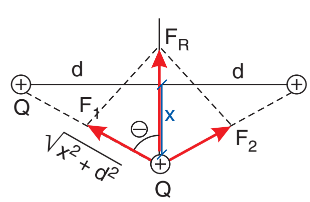
$$F_R = 4KQ^2 d . \frac{1}{d^4} . x = \underbrace{\boxed{\frac{4KQ^2}{d^3}}}_{K} . x$$

No MHS

$K = mW^2$

$$\frac{4KQ^2}{d^3} = m . \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \rightarrow \boxed{T = \frac{\pi}{Q}\sqrt{\frac{md^3}{K}}}$$

Situação 4



$$F_R = \frac{2KQ^2}{(\sqrt{x^2 + d^2})^2} . \cos\theta = \frac{2KQ^2}{(\sqrt{x^2 + d^2})_2} . \frac{x}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

$$F_R = 2KQ^2\left(\frac{1}{x^2 + d^2}\right)^{\frac{3}{2}} . x$$

$$F_R = \frac{2KQ^2}{d^3} \cdot x$$

$$K = mW^2$$

$$\frac{2KQ^2}{d^3} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\boxed{T = \frac{\pi}{Q}\sqrt{\frac{2md^3}{K}}}$$

QUESTÃO 09

As situações 1 e 2 a figura apresentam uma caldeira que fornece vapor sob pressão a uma turbina, a fim de proporcionar a sua rotação. A turbina está ligada solidariamente ao Gerador 1 por meio de seu eixo, que gera a energia elétrica E_1. O vapor expelido é aproveitado para impulsionar as pás de um sistema de geração eólico, que são acopladas por meio de seu eixo ao Gerador 2, que gera a energia elétrica E_2.

Determine:

a) a energia a ser fornecida pelo aquecedor à caldeira, em função de E_1 e E_2, mantidas constantes, nas seguintes situações:

- SITUAÇÃO 1:

As energias E_1 e E_2 são utilizadas para atender o consumidor final

- SITUAÇÃO 2:

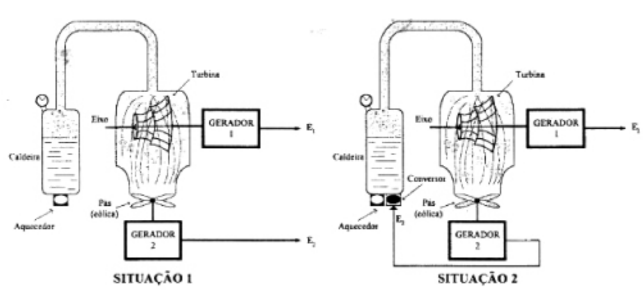
Toda a energia elétrica E_2 é utilizada por um conversor eletrotérmico, mantendo E_1 com a mesma destinação da SITUAÇÃO 1.

b) o rendimento do sistema para as duas situações.

c) a potência térmica necessária a ser fornecida pelo aquecedor, a fim de permitir que um sistema de bombeamento eleve 1000 m^3 de água a uma altura de 100 m em 4 horas, utilizando as energias E_1 e E_2 da SITUAÇÃO 1.

Dados:

- rendimentos:
  - caldeira: 40 %;
  - turbina: 60 %;
  - gerador 1: 70 %;
  - das pás (gerador eólico): 30 %;
  - gerador 2: 50 %;
  - conversor eletrotérmico: 50 %;
  - sistema de bombeamento de água: 70 %;
- massa específica da água: 1 kg/L;
- aceleração da gravidade: 10 m/s^2.



RESOLUÇÃO

Situação 1

Sendo Q a energia fornecida pela caldeira:

$E_1 = 0,7 \times 0,6 \times 0,4\ Q$

$E_2 = 0,5 \times 0,3 \times 0,4 \times 0,4\ Q$

Então:

$\boxed{Q = 5,95\ E_1}$ e $\boxed{Q = 41,7\ E_2}$

Situação 2:

$$\begin{cases} Q + 0,5E_2 = 5,95E_1 \\ Q + 0,5E_2 = 41,7E_2 \end{cases}$$

Logo, $Q = 41,2\ E_2$

Então:

$$Q + 0,5 \cdot \frac{Q}{41,2} = 5,95\ E_1$$

$\boxed{Q = 5,88\ E_1}$

b) $$n_1 = \frac{E_1 + E_2}{Q} = \frac{\frac{Q}{5,95} + \frac{Q}{41,7}}{Q} = 0,192$$

$\boxed{n_1 = 19,2\%}$

$$n_2 = \frac{E_1}{Q} = \frac{\frac{Q}{5,88}}{Q} = 0,170$$

$\boxed{n_2 = 17\%}$

c) $$P = \frac{w}{\Delta t} = \frac{mgh}{4 \times 60 \times 60} = \frac{10^6 \times 10 \times 10^2}{4 \times 3600}$$

$P = 69,4$ kw

Sendo 70% o rendimento do sistema de bombeamento:

$(E_1 + E_2)\ 0,7 = 69,4$ kw

$$\left(\frac{Q}{5,95} + \frac{Q}{41,7}\right) 0,7 = 6,94 \text{ kw}$$

Logo: $\boxed{Q = 516 \text{ kw}}$

QUESTÃO 10

Na figura, a SITUÇÃO 1 apresenta um bloco cúbico de madeira, de aresta 1 m, com metade de seu volume imerso em água, sustentando o anteparo A_2 e mantendo-o afastado 4,6 m do anteparo A_1, sobre o qual estão duas fendas separadas de 2 mm.

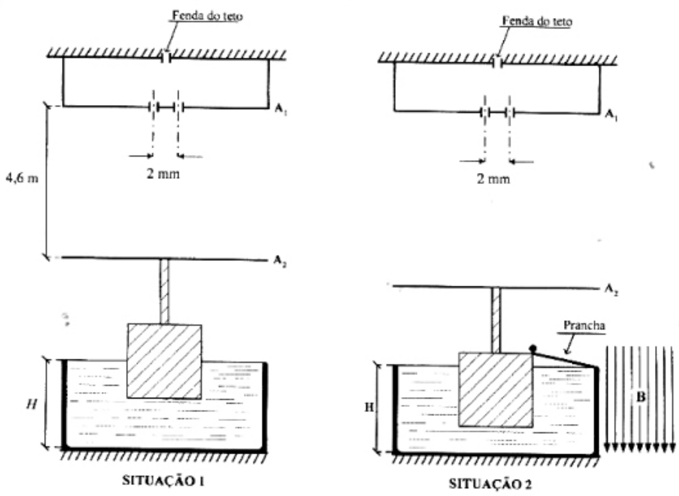
Na SITUAÇÃO 2, troca-se a água por um líquido de densidade menor, mantendo o mesmo nível *H*. Coloca-se uma prancha de massa desprezível e de comprimento 20 cm, apoiada pela aresta superior direita do bloco e a borda do tanque.

Em seguida, um corpo puntiforme de massa 2×10^{-6} kg e carga positiva de 2×10^{-6} C é abandonado do ponto mais alto da prancha, deslizando sem atrito. Ao sair da prancha, com velocidade $\sqrt{2}$ m/s, penetra em um campo magnético uniforme B = 4 T, com as linhas de indução paralelas ao plano do papel, descrevendo uma trajetória helicoidal de raio ($\sqrt{6}/8$) m.

Neste momento incide, na fenda localizada no teto, uma luz monocromática que, ao passar pelas fendas em A_1, produz em A_2 duas franjas claras consecutivas separadas por 1,6 mm. Admitindo a densidade da água igual a 1, determine:

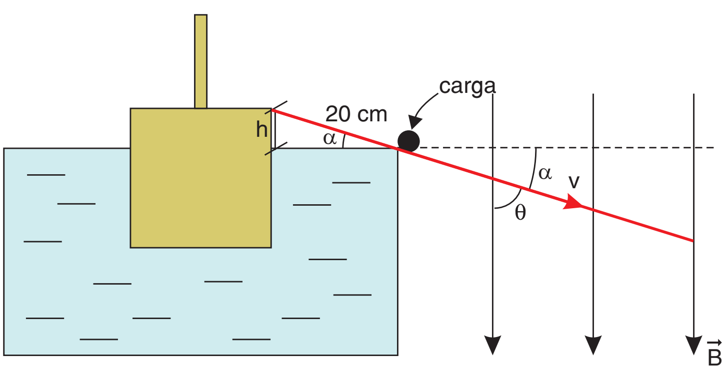
a) o comprimento de onda da luz incidente nos anteparos;

b) a densidade do líquido na SITUAÇÃO 2.



RESOLUÇÃO

a) Desprezando **g** temos:



A carga entra no campo $\vec{B}$ e temos:

$$R = \frac{mV_x}{qB} = \frac{mV.\text{sen }\theta}{qB} \rightarrow \frac{\sqrt{6}}{8} = \frac{2.10^{-6}\sqrt{2} \times \text{sen}\theta}{2 \times 10^{-6} \times 4}$$

$$\rightarrow \text{sen }\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Então $\theta = 60^o$ e $\alpha = 30^o$

$$\text{sen }\alpha = \frac{h}{20}$$

$\frac{1}{2} = \frac{h}{20} \rightarrow$ **h = 10 cm = 0,1 m** (o bloco desceu 0,4 m)

– A distância entre franjas claras consecutivas é dada por:

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

L → Distância até o anteparo
d → Distância entre as fendas

$$1.6.10^{-3} = \frac{\lambda.(4{,}6+0{,}4)}{2.10^{-3}} \rightarrow \boxed{\lambda = 6{,}4 \,.\, 10^{-7}\text{ m}}$$

b) – Na situação 1, no equilíbrio temos:

P = E

$m\cancel{g} = \rho_{água} \cdot \cancel{g} \cdot V_{SUB}$

$m = \rho_{água} \cdot A \cdot 0{,}5$

– Na situação 2, no equilíbrio temos:

P = E

$m\cancel{g} = \rho_{LIQ} \cdot \cancel{g} \cdot V_{SUB}$

$m\ \rho_{LIQ} \cdot A \cdot 0{,}9$

Igualando:

$\rho_{água} \cdot \cancel{A} \cdot 0{,}5 = \rho_{LIQ} \cdot \cancel{A} \cdot 0{,}9$

$$\boxed{\rho_{LIQ} = \frac{5}{9} \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3}$$